

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :  
G01L 9/00, 7/08, 13/02

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/42477

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum: 13. November 1997 (13.11.97)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/00757

(22) Internationales Anmeldedatum: 14. April 1997 (14.04.97)

(30) Prioritätsdaten: 196 17 696.4 3. Mai 1996 (03.05.96) DE

(71)(72) Anmelder und Erfinder: BILGER, Thomas [DE/DE];  
Gebirgsstrasse 3, D-79426 Buggingen (DE).

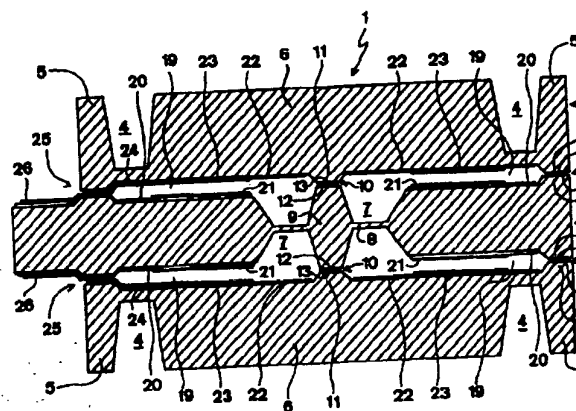
(74) Anwalt: RACKETTE, Karl; Kaiser-Joseph-Strasse 179, Post-  
fach 13 10, D-79013 Freiburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT,  
BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

Veröffentlicht  
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: MICROMECHANICAL PRESSURE AND FORCE SENSOR

(54) Bezeichnung: MIKROMECHANISCHER DRUCK- UND KRAFTSENSOR



(57) Abstract

A micromechanical pressure and force sensor (1) has a base plate (2) on each side of which membrane plates (3) are disposed. The membrane plates (3) are interconnected in a force-locking manner by a coupling element (9). When the external forces acting on the membrane plates (3) differ, the spacings between the membrane plates (3) and the base plate (2) vary. The variation in the spacings can be detected by means of a capacity measurement using the measuring electrodes (21) and the counter electrodes (23). The micromechanical pressure and force sensor (1) is suitable in particular for use as a differential pressure sensor.

# (57) Zusammenfassung

Ein mikromechanischer Druck- und Kraftsensor (1) verfügt über eine Grundplatte (2), auf deren beiden Seiten jeweils Membranplatten (3) angeordnet sind. Die Membranplatten (3) sind kraftmäßig durch ein Koppelement (9) miteinander verbunden. Wenn die auf die Membranplatten (3) einwirkenden äußeren Kräfte unterschiedlich sind, ändern sich die Abstände zwischen den Membranplatten (3) und der Grundplatte (2). Die Änderung der Abstände ist durch eine Kapazitätsmessung mit Hilfe der Meßelektroden (21) und der Gegenelektroden (23) erfaßbar. Der mikromechanische Druck- und Kraftsensor (1) eignet sich insbesondere für die Verwendung als Differenzdrucksensor.

## LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor

Die Erfindung betrifft einen mikromechanischen Druck- und Kraftsensor mit einer Membranplattenanordnung und einer Elektrodenanordnung, deren Kapazitätswerte durch auf die Membranplattenanordnung einwirkende Kräfte veränderbar sind.

10 Aus der EP 0 138 893 B1 ist ein Drucksensor bekannt, der eine untere Siliziumscheibe aufweist, die durch eine weitere obere Siliziumscheibe abgedeckt ist. In die obere Siliziumscheibe ist durch Siliziumätzen eine Membran erstellt worden. Auf der der unteren Silizium-  
15 scheibe zugewandten Innenseite der oberen Silizium-  
scheibe ist eine Meßelektrode ausgebildet, die einer auf der unteren Siliziumscheibe angeordneten Gegenelektrode gegenüberliegt. Wenn die Membran einem an der oberen Siliziumscheibe anliegenden äußeren Druck ausgesetzt  
20 ist, verringert sich der Abstand der Meßelektrode zur Gegenelektrode, und die Kapazität des von der Meßelektrode und der Gegenelektrode gebildeten Kondensators nimmt zu. Durch Messung der Kapazität ist demnach der an der oberen Siliziumscheibe anliegende Druck bestimmbar.

25 Der bekannte Drucksensor eignet sich insbesondere für Absolutdruckmessungen. Relativdruckmessungen lassen sich nur nach Füllung der sich zwischen der unteren Silizium-  
scheibe und der oberen Siliziumscheibe befindenden  
30 Meßkammer mit einem Gas durchführen. In diesem Zustand ist mit dem bekannten Drucksensor der Druck des sich in der Meßkammer befindenden Gases im Verhältnis zum Außendruck bestimmbar.

Die DE 41 11 118 A1 zeigt einen Drucksensor, der zur Messung von Differenzdrücken zwei Druckkammern aufweist. Gegenüber einer auf einem starren Elektrodendeckel befindlichen Festelektrode ist eine auf einer elastischen Membran aufgebrachte bewegliche Elektrode angeordnet. Auf der zur festen Elektrode zeigenden gegenüberliegenden Seite der Membran befindet sich ein Anschlußdeckel. Zwischen dem Elektrodendeckel und der Membran einerseits und zwischen der Membran und dem Anschlußdeckel andererseits befinden sich zwei Druckkammern mit jeweils einer Durchgangsöffnung zur Zuführung von Drücken. Sind beide Druckkammern mit unterschiedlichen Drücken beaufschlagt, bestimmt die Druckdifferenz zwischen den beiden Kammern den Abstand der beweglichen Elektrode zur Festelektrode und damit die zur Druckdifferenzmessung verwendete Kapazität des Kondensators, der aus den beiden Elektroden gebildet wird.

In der DE 44 36 299 C1 ist eine Drucksensor-Chipstruktur mit einer Klemmeinrichtung zur Messung von Differenzdrücken offenbart, wobei die Klemmeinrichtung sowohl zum Kontaktieren und Halten der Drucksensor-Chipstruktur dient als auch der Zuführung der zu untersuchenden Flüssigkeiten oder Gase. Die Chipstruktur ist mit der Klemmeinrichtung beispielsweise durch Kleben verbunden und gewährt so einem Gas oder einer Flüssigkeit über in der Chipstruktur befindliche Kanäle Zugang zu einer Meßkammer.

Da die oben beschriebenen Differenzdrucksenoren Flüssigkeits- oder Gaszuführungen aufweisen, sind derartige Vorrichtungen verhältnismäßig fehleranfällig und für die Herstellung in großen Serien ungeeignet.

Andererseits besteht aber auf den verschiedensten technischen Gebieten, wie beispielsweise bei hydraulischen Anwendungen im Heizungsbau, in der Verkehrstechnik oder in der Verfahrenstechnik, ein großer Bedarf an kostengünstigen Differenzdrucksensoren, mit denen Druckdifferenzen auch bei hohen statischen Drücken mit hoher Genauigkeit meßbar sind.

10 Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen mikromechanischen Druck- und Kraftsensor zu schaffen, der auf einfache Weise herstellbar ist und mit dem Druckdifferenzen mit hoher Genauigkeit meßbar sind.

15 Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Membranplattenanordnung eine Vielzahl von auf beiden Seiten von wenigstens einer Grundplatte angeordneten Membranplatten umfaßt, die durch wenigstens ein im Bereich der Grundplatte ausgebildetes Koppellement kraftmäßig verbunden  
20 sind, und daß der Abstand der Membranplatten zu der zwischen den Membranplatten angeordneten Grundplatte mit Hilfe der Elektrodenanordnung meßbar ist.

Dadurch, daß wenigstens zwei Membranplatten jeweils  
25 durch wenigstens ein Koppellement kraftmäßig verbunden sind, führt eine Druckdifferenz zwischen den außenseitig an den Membranplatten anliegenden Drücken zu einer Bewegung der Membranplatten und damit zu einer Abstandsänderung der Membranplatten bezüglich der sich zwischen  
30 den Membranplatten befindenden Grundplatte. Diese Lageänderung ist mit Hilfe der Elektrodenanordnung erfaßbar.

Da keine besonderen Leitungsanschlüsse für die zu vergleichenden Fluide an dem Drucksensor vorzusehen sind,  
35 lassen sich mit dem mikromechanischen Druck- und Kraft-

sensor Druckdifferenzen auf einfache Weise messen.  
Außerdem lassen sich die Bauteile des mikromechanischen  
Druck- und Kraftsensors auf einfache und bewährte Weise  
aus Siliziummaterial fertigen, so daß die Herstellung  
5 sehr kostengünstig ist.

Da sich Kapazitäten im allgemeinen mit hohen Genauig-  
keiten messen lassen, verfügt der mikromechanische  
Druck- und Kraftsensor auch über ein hohes Maß an Meßge-  
10 nauigkeit.

Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der  
Erfindung anhand der Figuren näher beschrieben. Es  
zeigen:

15

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbei-  
spiels des mikromechanischen Druck- und Kraft-  
sensors,

20 Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Grundplatte des Druck-  
und Kraftsensors aus Fig. 1,

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Membranplatte des  
Druck- und Kraftsensors aus Fig. 1,

25

Fig. 4 eine Querschnittsansicht eines weiteren Aus-  
führungsbeispiels der Erfindung,

30 Fig. 5 eine Draufsicht auf die Grundplatte des Aus-  
führungsbeispiels aus Fig. 4 und

Fig. 6 eine Draufsicht auf die Membranplatte des Aus-  
führungsbeispiels aus Fig. 4.

Fig. 1 zeigt ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Kraft- und Drucksensors 1. Der Druck- und Kraftsensor 1 weist eine Grundplatte 2 auf, auf deren Ober- und Unterseite jeweils eine Membranplatte 3 aufgebracht ist. Die Grundplatte 2 und die Membranplatten 3 weisen Dicken von 0,5 Millimeter und Längenabmessungen von 3 bis 6 Millimeter auf. In den Randbereichen der Membranplatten 3 sind umlaufende Biegenuten 4 eingebracht, durch die die Membranplatten 3 geschwächt sind. Dadurch sind die Membranplatten 3 an dieser Stelle verformbar. Durch die Biegenuten 4 sind am Rand der Membranplatten 3 Befestigungsstege 5 ausgebildet, an denen der Druck- und Kraftsensor 1 in eine in der Zeichnung nicht dargestellte Haltevorrichtung einspannbar ist. Außerdem ist durch die Biegenuten 4 ein steifer Membrankörper 6 ausgebildet, an dem die zu messenden Außendrucke oder Kräfte angreifen.

In der Grundplatte 2 bilden zwei jeweils von der einen Seite in die Grundplatte 2 eingebrachte Gruben 7 ein von einer dünnen Haltemembran 8 gehaltenes Koppелеlement 9 in der Grundplatte 2 aus. Das Koppелеlement 9 ist an seinen beiden Enden über Koppelkontakte 10 an Koppelerhöhungen 11 an den Membrankörpern 6 befestigt. Die beiden Koppelkontakte 10 sind eutektische Verbindungen, die durch jeweils eine auf das Koppелеlement 9 aufgebrachte Koppelkontaktschicht 12 und eine weitere auf die Koppelerhöhung 11 aufgebrachte Koppelkontaktschicht 13 bewerkstelligt sind. Da die Koppelkontakte 10 feste eutektische Verbindungen bilden, sind mit dem in Fig. 1 dargestellten Druck- und Kraftsensor 1 nicht nur Außendrucke, sondern auch auf die Membranplatten 3 einwirkende Zugkräfte meßbar.

Außerdem ist an der Grundplatte eine Randleiste 14 ausgebildet, die mit einer gegenüberliegenden Randleiste 15 der Membranplatten 3 über einen Randkontakt 16 verbunden ist. Der Randkontakt 16 ist eine eutektische  
5 Verbindung, die wie die Koppelkontakte 10 durch einen auf der Randleiste 14 aufgebrachten Randstreifen 17 und einen weiteren auf der Randleiste 15 aufgebrachten Randstreifen 18 gebildet ist. Durch den Randkontakt 16 und die Kuppelkontakte 10 sind die Membranplatten 3 mit  
10 der Grundplatte 2 elektrisch und mechanisch verbunden. Die Randleisten 14 und 15 begrenzen einen zwischen der jeweiligen Membranplatte 3 und der Grundplatte 2 ausgebildeten Meßraum 19, dessen Volumen bei Einwirken einer äußeren Kraft auf den Membrankörper 6 durch die Ab-  
15 standsänderung zwischen Membrankörper 6 und Grundplatte 2 vergrößert oder verkleinert wird.

Zur Messung der Abstandsänderung ist auf der Grundplatte 2 auf jeweils einer Isolierschicht 20 eine Meßelektrode  
20 21 aufgebracht. Den Meßelektroden 21 gegenüberliegend, sind auf weiteren Isolierschichten 22, die auf den Membranplatten 3 aufgebracht sind, Gegenelektroden 23 ausgebildet. Die Gegenelektroden 23 sind mit Anschluß-  
25 leitungen 24 verbunden, die durch Öffnungen 25 in den Randleisten 14 und 15 zu Anschlußkontakten 26 geführt sind. An die Anschlußkontakte 26 sind in der Zeichnung nicht dargestellte Zuleitungen anschließbar. Die Öffnung  
25 dient darüber hinaus dazu, den Meßraum 19 zu entlüften und einen Druckausgleich herbeizuführen.

30

In Fig. 1 wurde der Deutlichkeit halber der Abstand zwischen den Meßelektroden 21 und den Gegenelektroden 23 stark übertrieben gezeichnet. Üblicherweise beträgt der Abstand zwischen den Meßelektroden 21 und den Gegenelek-  
35 troden 23 in etwa 5 Mikrometer.



Der in Fig. 1 dargestellte Druck- und Kraftsensor 1 eignet sich insbesondere zur Messung von Druckdifferenzen. Ist der an der einen Membranplatte 3 anliegende Außendruck größer als der an der anderen Membranplatte 3 anliegende Außendruck, so werden die Gegenelektroden 23 der einen Membranplatte 3 zu den Meßelektroden 21 der Grundplatte 2 hin bewegt und die Gegenelektroden 23 der anderen Membranplatte 3 von den gegenüberliegenden Meßelektroden 21 der Grundplatte 2 weg bewegt. Die dadurch eintretende Kapazitätsänderung der von den Meßelektroden 21 und den Gegenelektroden 23 gebildeten Kondensatoren ist beispielsweise durch eine Brückenschaltung meßbar. Da bei dem Druck- und Kraftsensor 1 eine Zunahme der Kapazität bei dem einen Elektrodenpaar stets mit einer Abnahme der Kapazität des anderen Elektrodenpaares einhergeht, läßt sich mit dem Druck- und Kraftsensor 1 eine Meßvorrichtung bauen, die im Vergleich zu einer Meßvorrichtung, die einen herkömmlichen, einfachen, ein einzelnes Elektrodenpaar aufweisenden Drucksensor verwendet, eine doppelt so hohe Meßgenauigkeit aufweist.

Der dynamische Bereich der Druckmessung läßt sich auf einfache Weise durch die Tiefe der Biegenuten 4 festlegen. Je tiefer die Biegenuten 4 sind, um so größer ist die Schwächung der Membranplatten 3 im Bereich der Biegenuten 4, um so empfindlicher ist der Druck- und Kraftsensor 1 auf Druckänderungen, und desto kleiner ist auch der dynamische Meßbereich des Druck- und Kraftsensors 1.

Durch dieses Merkmal eignet sich der Druck- und Kraftsensor 1 insbesondere für ein modulares Herstellungsverfahren. Bei der Herstellung des Druck- und Kraftsensors 1 werden zunächst die Grundplatten 2 in großen Serien

gefertigt. Die Membranplatten 3 werden jedoch nach den Spezifikationen des Kunden je nach gewünschtem Druckbereich und erforderlicher Empfindlichkeit angefertigt.

- 5 Der Druck- und Kraftsensor 1 läßt sich nicht nur zu Relativdruckmessungen, sondern auch zu Absolutdruckmessungen verwenden. Dazu ist der Druck- und Kraftsensor 1 auf eine ebene Unterlage aufzubringen und der zu messende Druck an eine der Membranplatten 3 anzulegen.

10

Allgemein gilt, daß sich der Druck- und Kraftsensor 1 wegen der hohen Bruchfestigkeit des zur Herstellung der Membranplatten 3 und der Grundplatte 2 verwendeten Siliziummaterials auch für hohe statische Drücke eignet.

15

- Ein Vorteil des Druck- und Kraftsensors 1 ist, daß er in der Herstellung verhältnismäßig kostengünstig ist. Als Basismaterial für die Grundplatte 2 und die Membranplatte 3 kommt Silizium in Frage, in das die Biegenuten 4, die Randleisten 14, die Koppelerhöhung 11, die Gruben 7 sowie die Randleisten 15 durch Siliziumätzen einätzbar sind. Die Isolierschichten 20 und 22 sind üblicherweise aus  $\text{SiO}_2$ . Als Material für die Meßelektrode 21 und Gegenelektrode 23 eignet sich aufgrund seiner hohen Korrosionsbeständigkeit insbesondere Gold. Gold bildet auch das Material für die Koppelkontaktschichten 12 und 13 sowie für die Randstreifen 17 und 18. Die Isolierschichten 20 und 22 sowie die Koppelkontaktschichten 12 und 13 und die Randstreifen 17 und 18 sind in der üblichen Lithographietechnik herstellbar. Da zum Ätzen und Beschichten der Grundplatte 2 und der Membranplatte 3 nur etwa zehn Masken notwendig sind, ist die Herstellung des Druck- und Kraftsensors 1 auch in dieser Hinsicht verhältnismäßig kostengünstig.

35

Um die Membranplatten 3 an der Grundplatte 2 zu befestigen, werden die Membranplatten 3 auf die Grundplatte 2 aufgelegt und der Druck- und Kraftsensor 1 im Vakuum unter Ausübung von Druck erhitzt. Das die Koppelkontaktschichten 12 und 13 sowie die Randstreifen 17 und 18 bildende Gold wird vom Silizium der Membranplatten 3 und der Grundplatte 2 absorbiert und es entsteht ein Eutektikum aus den Materialien Silizium und Gold, das nach dem Abkühlen die eutektische Verbindung zwischen den Membranplatten 3 und der Grundplatte 2 bildet. Dementsprechend dienen die Isolierschichten 20 und 22 nicht nur dazu, die Meßelektrode 21 und die Gegenelektrode 23 von der Grundplatte 2 und den Membranplatten 3 zu isolieren, sondern auch dazu, die Absorption der Meßelektrode 21 und der Gegenelektrode 23 in das Siliziummaterial der Grundplatte 2 und der Membranplatten 3 zu verhindern.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die Grundplatte 2 des Druck- und Kraftsensors 1 aus Fig. 1. Im Mittenbereich der Grundplatte 2 ist die Koppelkontaktschicht 12 erkennbar, die auf dem Koppellement 9 aufgebracht ist. Das Koppellement 9 ragt aus der Grube 7 hervor, die von der auf der Isolierschicht 20 aufgebrachten Meßelektrode 21 umschlossen ist. Um die Fertigung zu erleichtern, ist die Grube 7 der Kristallstruktur der Grundplatte 2 folgend im Grundriß rechteckig ausgebildet. Die im Grundriß der Grube 7 folgende Meßelektrode 21 weist dementsprechend ebenfalls einen rechteckförmigen Grundriß auf.

Die Isolierschicht 20 ist von der Randleiste 14 umgeben, auf die der Randstreifen 17 aufgebracht ist. Durch die Öffnung 25 in der Randleiste 14 ist eine Anschlußleitung 27 von der Meßelektrode 21 zu einem Anschlußkontakt 28

geführt. Außerdem befindet sich in der Öffnung 25 ein Anschlußpreßkontakt 29, der die Verbindung zu der Gegenelektrode 23 der Membranplatte 3 herstellt. Die Anschlußleitung 24 verbindet den Anschlußpreßkontakt 29 mit dem Anschlußkontakt 26 für die Gegenelektrode 23. Außerdem sind auf der Grundplatte 2 Massenkontakte 30 angeordnet, die über Massestreifen 31 eine Masseverbindung mit dem Material der Grundplatte 2 und dem Material der mit der Grundplatte 2 verbundenen Membranplatten 3 herstellen. Auf diese Weise ist der von der Meßelektrode 21 und der Gegenelektrode 23 gebildete Kondensator gegen Störfelder abgeschirmt.

Die Verbindung des Anschlußpreßkontaktes 29 mit dem Anschlußpreßkontakt 32 wird bei dem Zusammenfügen der Grundplatte 2 mit den Membranplatten 3 durch den dabei ausgeübten Anpreßdruck bewerkstelligt. Durch diesen Anpreßdruck verschmilzt der Anschlußpreßkontakt 29 mit dem Anschlußpreßkontakt 32.

Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf die Membranplatte 3 des Druck- und Kraftsensors 1 aus Fig. 1. Man erkennt die Koppelerhöhung 11, auf die die Koppelkontaktschicht 13 aufgebracht ist. Ferner ist die der Meßelektrode 21 gegenüberliegende Gegenelektrode 23 erkennbar, die über die Anschlußleitung 24 mit einem dem Anschlußpreßkontakt 29 gegenüberliegenden Anschlußpreßkontakt 32 verbunden ist. Die Gegenelektrode 23 befindet sich auf einer Isolierschicht 22, die von der Randleiste 15 umgeben ist, auf der sich der Randstreifen 18 zur Herstellung einer eutektischen Verbindung der Membranplatte 3 mit der Grundplatte 2 befindet.

Fig. 4 zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Druck- und Kraftsensors 1, bei dem die Kapazi-

tät der Meßelektrode 21 gegen Masse gemessen wird. Dieses Ausführungsbeispiel zeichnet sich durch seinen besonders einfachen Aufbau aus.

5 Wie in Fig. 5 und 6 erkennbar ist, entfällt bei diesem Ausführungsbeispiel auf der Grundplatte 2 der Anschlußkontakt 26, die Anschlußleitung 24 sowie der Anschlußpreßkontakt 29, wodurch die Führung der Anschlußleitung 27 durch die Öffnung 25 hindurch vereinfacht ist.

10 Auf der Membranplatte entfallen neben dem Anschlußpreßkontakt 32 und der Anschlußleitung 24 auch die Gegenelektrode 23, wodurch die Herstellung der Membranplatten 3 und der Grundplatte 2 wesentlich erleichtert ist.

15 Bei einem abgewandelten Ausführungsbeispiel ist eine Vielzahl der wie in Fig. 1 bis 6 dargestellten Druck- und Kraftsensoren aufeinander gestapelt und die Meßelektroden und Gegenelektroden elektrisch parallel geschaltet. Dadurch läßt sich der dynamische Meßbereich  
20 des Druck- und Kraftsensors wesentlich erhöhen.

Abschließend sei angemerkt, daß bei einem weiteren abgewandelten Ausführungsbeispiel lediglich Gegenelektroden auf den Membranplatten vorhanden sind, deren  
25 Kapazität gegen Masse zur Bestimmung des Abstandes der Membranplatten zur Grundplatte verwendet wird.

Bei einem weiteren abgewandelten Ausführungsbeispiel ist schließlich anstatt zwei Meß- und Gegenelektrodenpaaren  
30 nur ein einzelnes Meß- und Gegenelektrodenpaar oder lediglich ein einzelnes Meß- oder Gegenelektrodenpaar vorhanden.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor mit einer Membranplattenanordnung (3) und einer Elektrodenanordnung (21, 23), deren Kapazitätswerte durch auf die Membranplattenanordnung (3) einwirkende Kräfte veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Membranplattenanordnung (3) eine Vielzahl von auf beiden Seiten von wenigstens einer Grundplatte (2) angeordneten Membranplatten (3) umfaßt, die durch wenigstens ein im Bereich der Grundplatte (2) ausgebildetes Koppellement (9) kraftmäßig verbunden sind, und daß der Abstand der Membranplatten (3) zu der jeweils zwischen den Membranplatten (3) angeordneten Grundplatte (2) mit Hilfe der Elektrodenanordnung (21, 23) meßbar ist.
2. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen den Membranplatten (3) angeordnete Grundplatte (2) entlang einer Seite zwischen den Membranplatten (3) hervorsteht und dort mit Anschlußkontakten (26, 28) versehen ist, die über Anschlußleitungen (24, 27) zu der Elektrodenanordnung (21, 23) führen.
3. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen jeweils einer Membranplatte (3) und der Grundplatte (2) ausgebildete Meßraum (19) zur Seite hin durch auf den Membranplatten (3) und der Grundplatte (2) ausgebildeten Randleisten (14, 15) begrenzt ist.
4. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den Randleisten (14, 15) eine Öffnung (25) ausgebildet ist,

durch die die Anschlußleitungen (24, 27) von den Anschlußkontakten (26, 28) zur Elektrodenanordnung (21, 23) hindurchgeführt sind.

- 5 5. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membranplatten (3) durch außenseitig im Randbereich in die Membranplatten (3) eingebrachte Biegenuten (4) geschwächt sind.
- 10 6. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Koppellement (9) in der Mitte der Meßkammer (19) durch beidseitig in die Grundplatte (2) eingebrachte Gruben (7) ausgebildet ist.
- 15 7. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Grundplatte (2) ausgebildeten Gruben (7) von umlaufenden Meßelektroden (21) umgeben sind.
- 20 8. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Membranplatte (3) eine der Meßelektrode (21) gegenüberliegende Gegenelektrode (23) angeordnet ist.
- 25 9. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Randleisten (14, 15) und das Koppellement (9) der Grundplatte (2) durch eutektische Verbindungen (10, 16) mit den Membranplatten (3) elektrisch und mechanisch verbunden sind.
- 30 10. Mikromechanischer Druck- und Kraftsensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- 35

daß die Grundplatte (2) und die Membranplatte (3) an eine Masseleitung anschließbar sind.



1/6

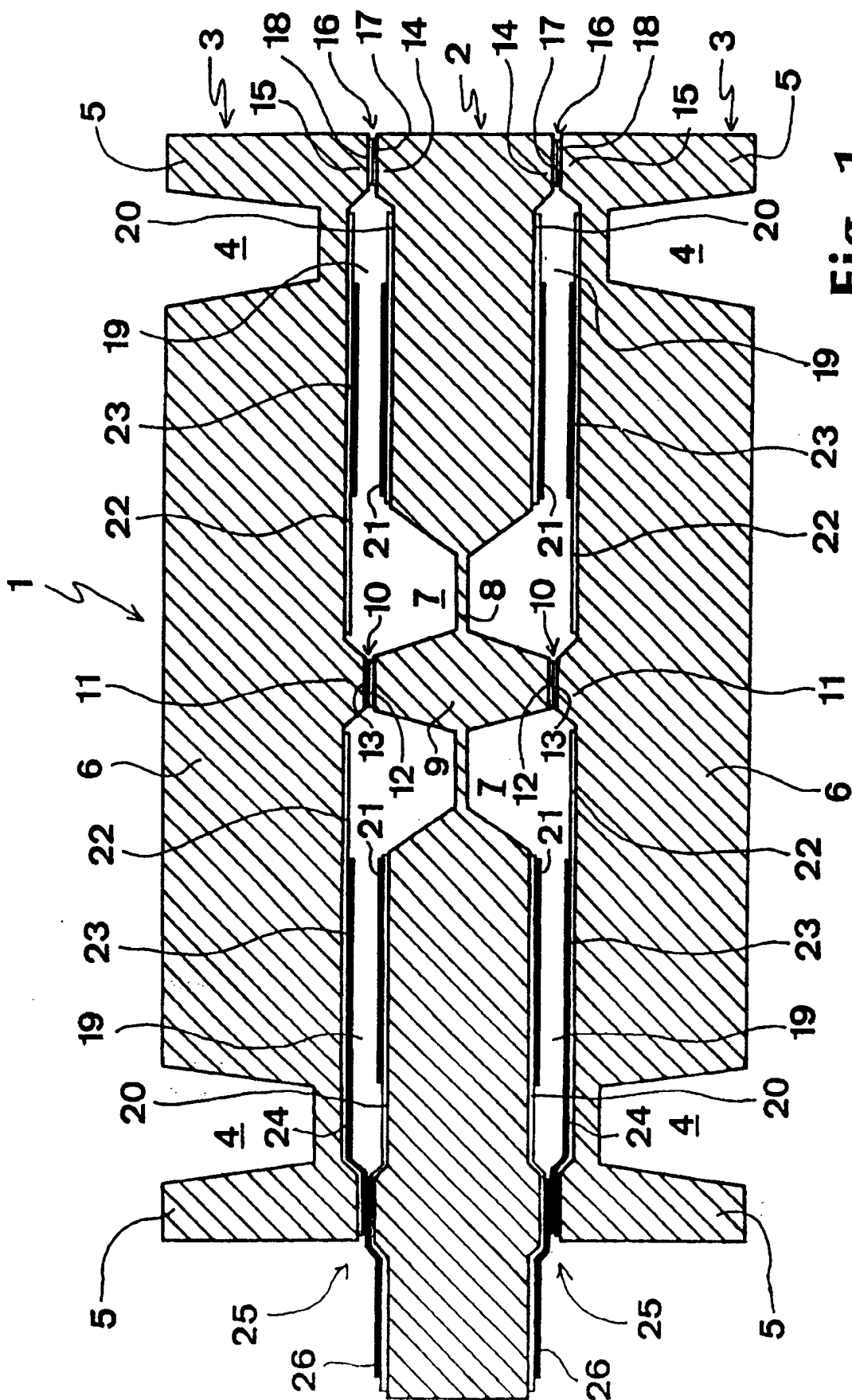
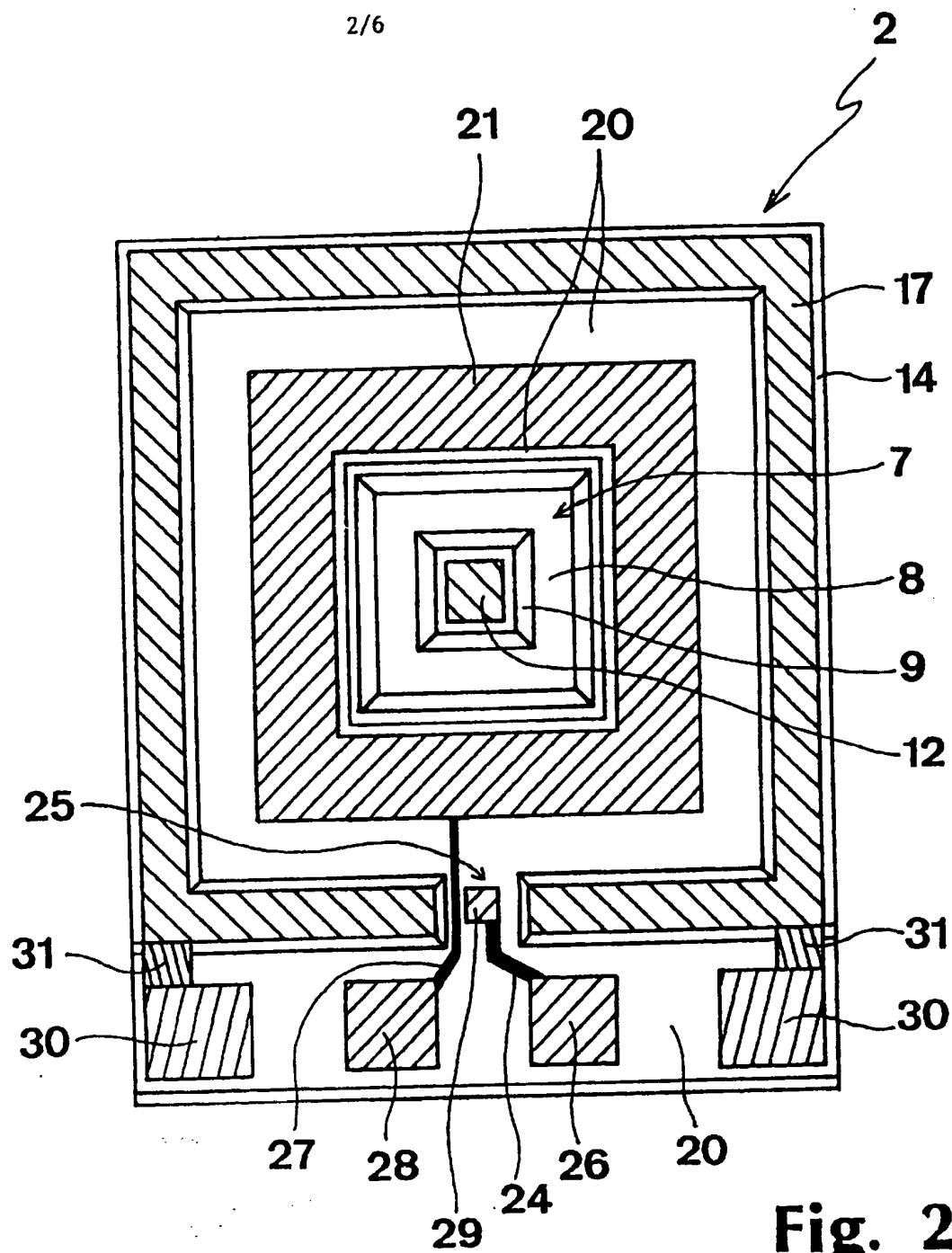
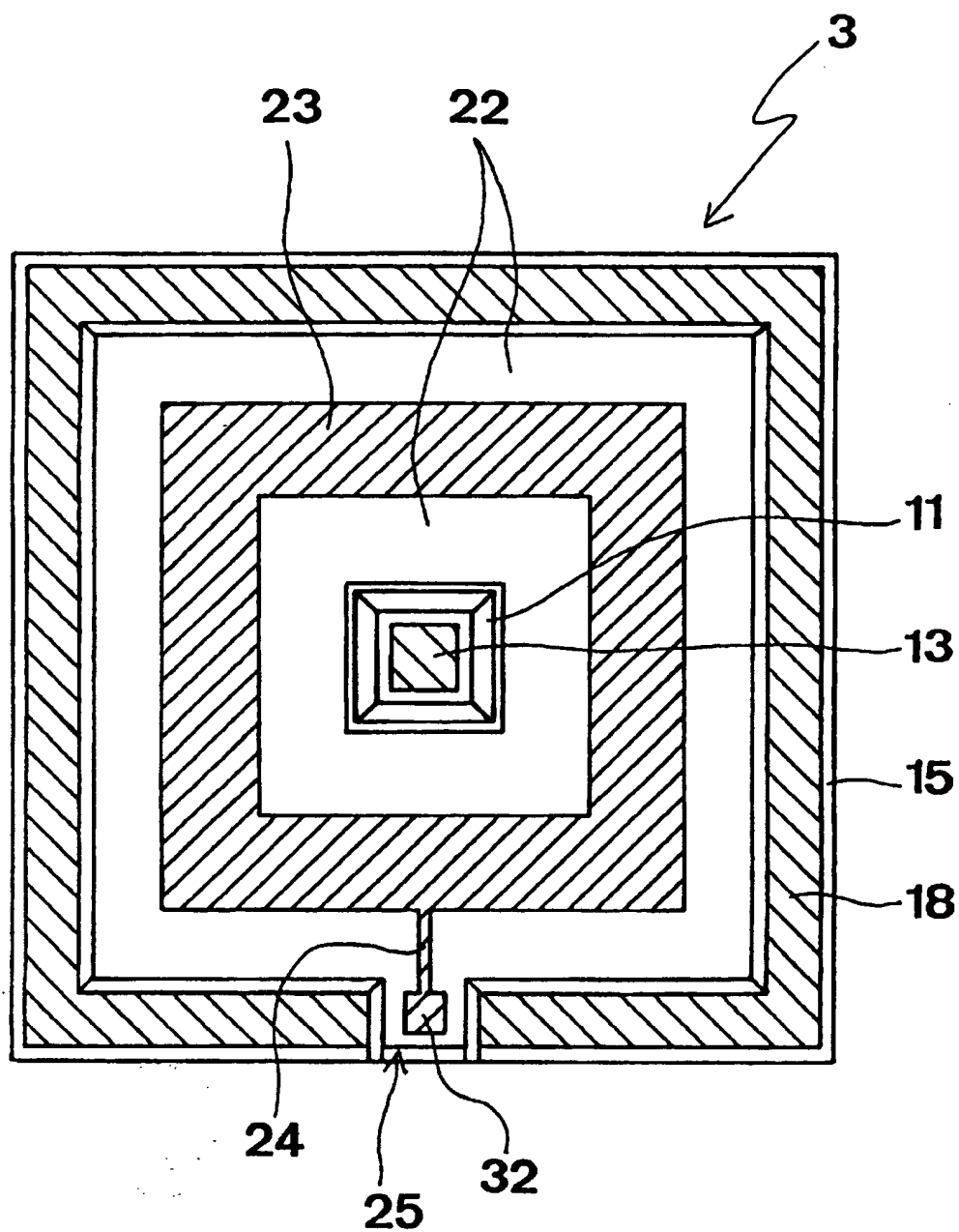


Fig. 1

2/6



3/6

**Fig. 3**

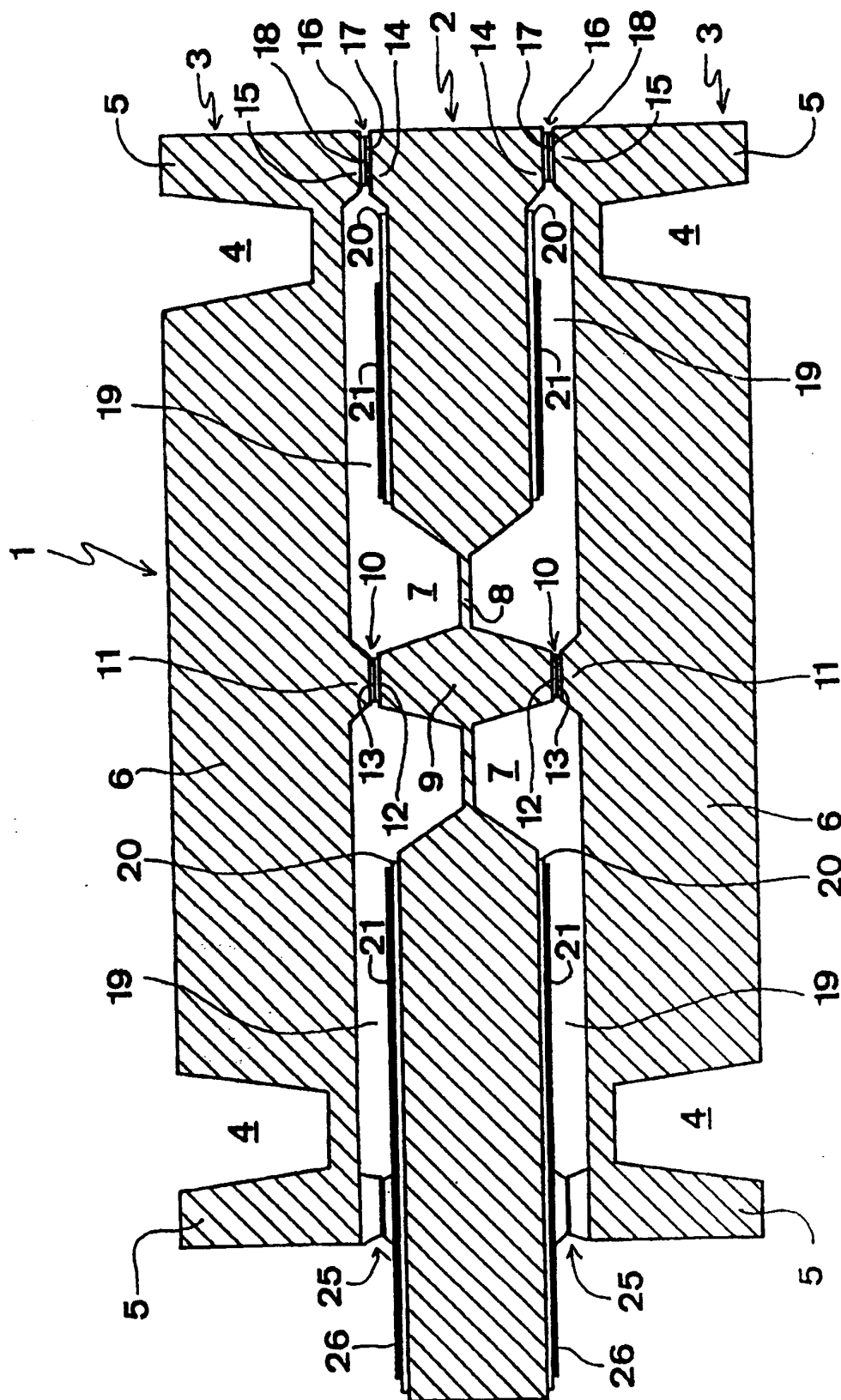


Fig. 4

5/6

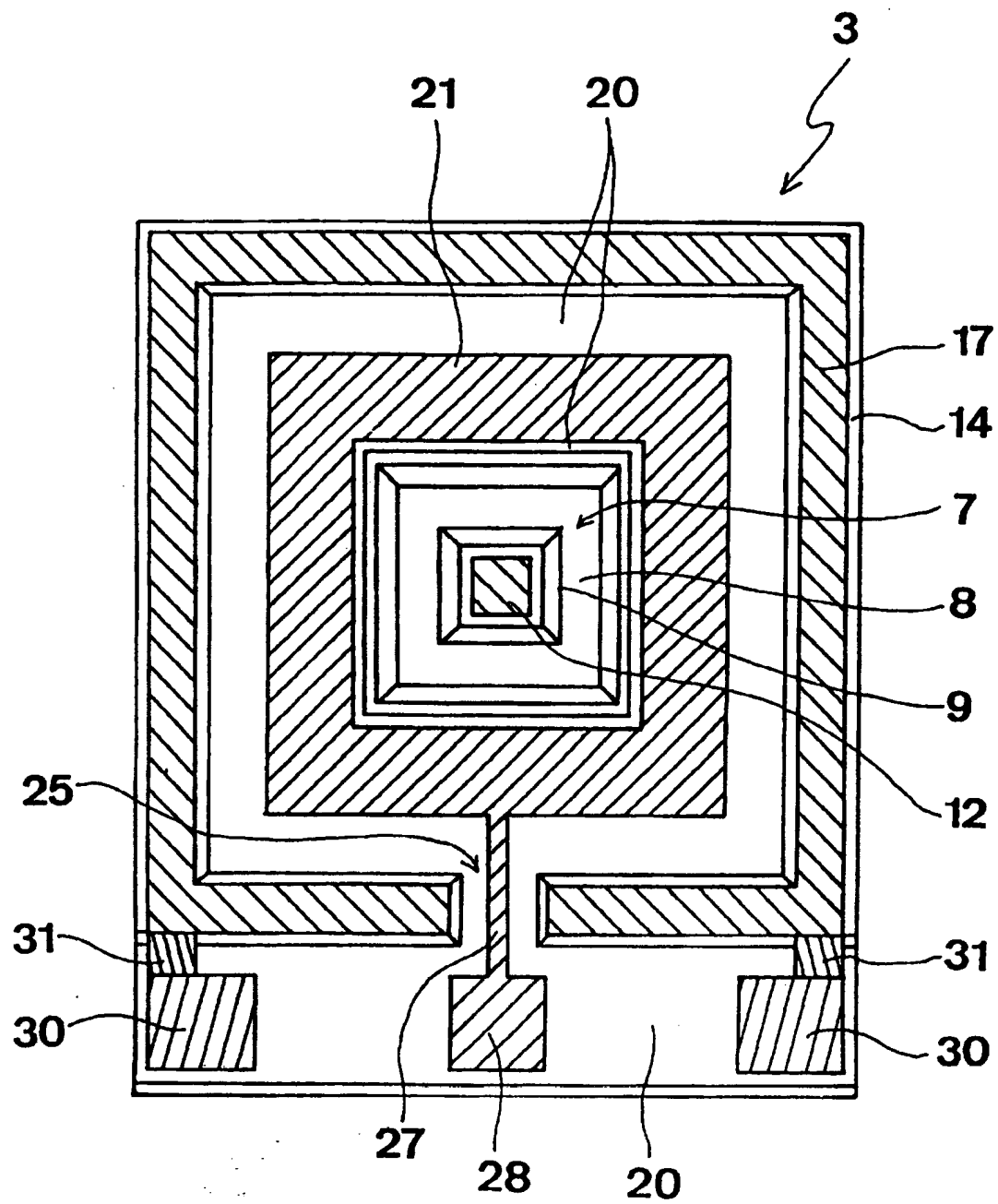
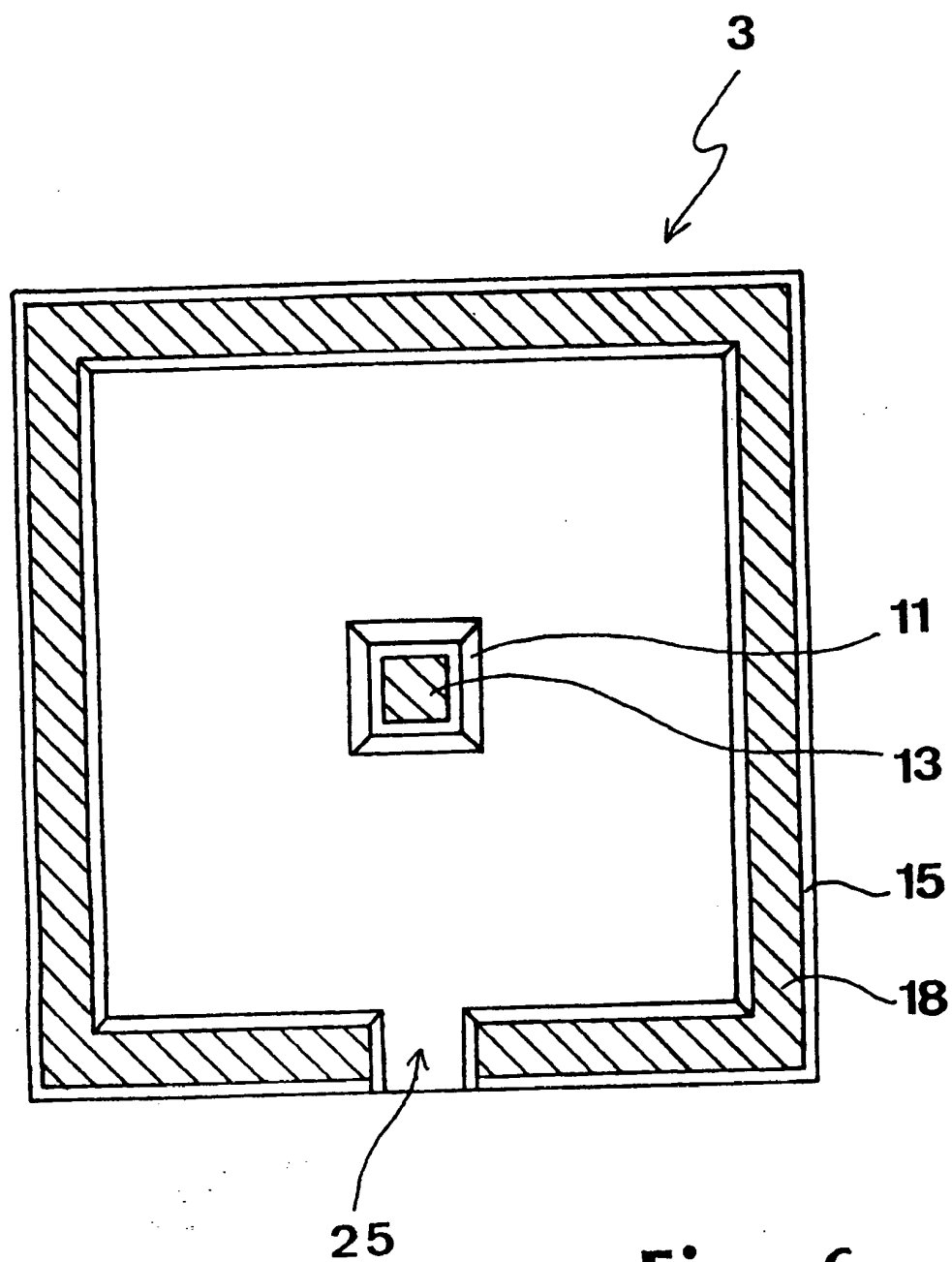


Fig. 5

**Fig. 6**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PC1/DE 97/00757

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G01L9/00 G01L7/08 G01L13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 055 838 A (WISE KENSALL D ET AL) 8 October 1991 see column 5 - column 11 ---	1
Y	US 4 730 496 A (KNECHT THOMAS A ET AL) 15 March 1988 see column 4 - column 9 ---	1
A	DE 41 11 119 A (UNIV CHEMNITZ TECH) 8 October 1992 see column 3 - column 4 ---	1
A	DE 41 06 288 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3 September 1992 see column 4 - column 6 ---	1-10
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 August 1997

Date of mailing of the international search report

27.08.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dietrich, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 97/00757

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 36 299 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 4 January 1996 cited in the application see column 3 - column 6 ---	1-10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 278 (P-322), 19 December 1984 & JP 59 145940 A (YOKOGAWA HOKUSHIN DENKI KK), 21 August 1984, see abstract ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 010, 30 November 1995 & JP 07 167725 A (YAZAKI CORP), 4 July 1995, see abstract ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 004, 31 May 1995 & JP 07 027645 A (YAMATAKE HONEYWELL CO LTD), 31 January 1995, see abstract -----	1



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC1/DE 97/00757

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5055838 A	08-10-91	WO 9006568 A	14-06-90
-----			
US 4730496 A	15-03-88	CA 1297701 A	24-03-92
		CN 1011074 B	02-01-91
		DE 3785037 A	29-04-93
		EP 0311612 A	19-04-89
		JP 1503001 T	12-10-89
		WO 8707947 A	30-12-87
-----			
DE 4111119 A	08-10-92	NONE	
-----			
DE 4106288 A	03-09-92	JP 4326033 A	16-11-92
		US 5259247 A	09-11-93
-----			
DE 4436299 C	04-01-96	DE 4327104 A	16-02-95
		DE 4345219 A	16-02-95
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/00757

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G01L9/00 G01L7/08 G01L13/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 G01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 055 838 A (WISE KENSALL D ET AL) 8.Oktober 1991 siehe Spalte 5 - Spalte 11 ---	1
Y	US 4 730 496 A (KNECHT THOMAS A ET AL) 15.März 1988 siehe Spalte 4 - Spalte 9 ---	1
A	DE 41 11 119 A (UNIV CHEMNITZ TECH) 8.Oktober 1992 siehe Spalte 3 - Spalte 4 ---	1
A	DE 41 06 288 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3.September 1992 siehe Spalte 4 - Spalte 6 ---	1-10
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \* 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \* 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \* 'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \* 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \* 'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\* 'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\* 'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\* 'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\* '&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11.August 1997

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27.08.97

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, fax 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Hediensleiter

Dietrich, A

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 44 36 299 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 4.Januar 1996 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 3 - Spalte 6 ---	1-10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 278 (P-322), 19.Dezember 1984 & JP 59 145940 A (YOKOGAWA HOKUSHIN DENKI KK), 21.August 1984, siehe Zusammenfassung ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 010, 30.November 1995 & JP 07 167725 A (YAZAKI CORP), 4.Juli 1995, siehe Zusammenfassung ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 004, 31.Mai 1995 & JP 07 027645 A (YAMATAKE HONEYWELL CO LTD), 31.Januar 1995, siehe Zusammenfassung -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/00757

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5055838 A	08-10-91	WO 9006568 A	14-06-90
US 4730496 A	15-03-88	CA 1297701 A	24-03-92
		CN 1011074 B	02-01-91
		DE 3785037 A	29-04-93
		EP 0311612 A	19-04-89
		JP 1503001 T	12-10-89
		WO 8707947 A	30-12-87
DE 4111119 A	08-10-92	KEINE	
DE 4106288 A	03-09-92	JP 4326033 A	16-11-92
		US 5259247 A	09-11-93
DE 4436299 C	04-01-96	DE 4327104 A	16-02-95
		DE 4345219 A	16-02-95